



MODEN

DER MODERNEN CHEMIE

VON

HERMANN KOLBE.

Separatabdruck

aus dem Journal für praktische Chemie.



LEIPZIG, 1871.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

MODEN

DER MODERNEN CHEMIE

VON

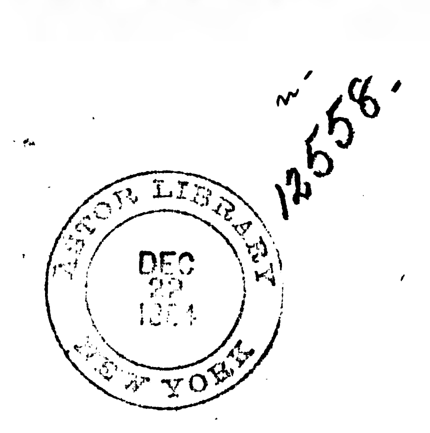
Adolph Wilhelm HERMANN KOLBE.

Separatabdruck

aus dem Journal für praktische Chemie.



ZIG, 1871.
N AMBROSIUS BARTH



ASTOR LIBRARY
DEC
22
1904
NEW YORK
12558

Das Wort „modern", womit man das der Mode Unterworfene, nach der Mode Wechselnde bezeichnet, sollte eigentlich nicht mit dem Namen einer Wissenschaft in Verbindung gestellt werden. Und doch ist diese Bezeichnung für die Chemie, welche heut zu Tage die moderne heisst, nicht ganz unpassend, weil gar Manches darin Modesache geworden ist, sehr wahrscheinlich auch über kurz und lang wieder unmodern werden wird.

Die Moden der modernen Chemie zeigen sich am Auffallendsten in der chemischen Nomenklatur, in der chemischen Formelsprache und in der Behandlungsweise der die chemische Constitution der Verbindungen betreffenden Fragen.

Die deutsche Nomenklatur hat sich, Dank der Biegsamkeit unserer schönen Sprache, immer durch Einfachheit, Kürze und Deutlichkeit ausgezeichnet; besonders lässt unsere Nomenklatur der Salze nichts zu wünschen übrig. Wofür der Engländer und der Franzose fünf Worte nöthig hat, z. B. für „sulfate of protoxide of iron" und „sulfate de protoxide de fer", das drücken wir mit bloss zwei Worten aus, „schwefelsaures Eisenoxydul".

Dennoch ist man mit unserer so einfachen Nomenklatur der Salze nicht zufrieden gewesen, und hat sie noch mehr vereinfachen zu sollen geglaubt. Hiergegen würde an und für sich nichts einzuwenden sein, wenn dadurch wirklich etwas Besseres und Vollkommneres an Stelle des Bisherigen gesetzt wäre. — Sehen wir, in welchem Grade das bei der modernen Nomenklatur der Salze der Fall ist.

Die angestrebte grössere Kürze besteht darin, dass, wo bisher zwei Worte, nämlich ein Substantiv mit vorgesetztem Adjectiv, gebraucht sind, dazu ein einziges

zusammengesetztes Wort ausreichen soll. Statt „schwefelsaures Kupferoxyd“ wird gesagt „Kupfersulfat“, statt „bernsteinsaures Bleioxyd“ „Bleisuccinat“ etc. Die neuen Namen der Salze werden so gebildet, dass man den Namen des darin vorhandenen Metalls voranstellt, und demselben jedesmal den Stamm des lateinischen Namens der betreffenden Säure, den man in „at“ auslaufen lässt, anhängt.

Man hat sehr wohl gefühlt, dass die deutschen Namen der Säuren zur Anfügung der Endung „at“ an das Stammwort sich nicht wohl eignen, und dass es schlecht klingt, wollte man sagen „Kaliumschleimat, Kalkäpfelat, Eisentraubenat“; man hat sich dadurch veranlasst gesehen, die alte Rumpelkammer mit lange ausrangirten lateinischen Namen wieder aufzuschliessen, und daraus den nöthigen Bedarf hervorzuholen. Die schleimsauren, äpfelsauren, traubensauren, bernsteinsauren, korksauren, ameisensauren etc. Salze sind damit in -mucate, -malate, -uvate, -succinate, -suberate, -formiate etc. umgetauft.

Ist es ein Gewinn, die Bezeichnung der chemischen Stoffe mit deutschen Namen, welche seit länger als einem halben Jahrhundert an Stelle der früheren unbehülflichen lateinischen Nomenklatur in Gebrauch genommen sind, theilweise wieder mit barbarisirten lateinischen Namen zu vertauschen? Wer darüber wirklich noch in Zweifel sein sollte, vergegenwärtige sich weiter, wie gar manche Säurenamen sich nicht wohl latinisiren lassen. Wie soll man z. B. die Salze der Fleischmilchsäure nennen? Fleischlactate oder etwa Krealactate? — Mandelsaures Kali würde Kaliummandelat heissen müssen; ich wüsste wenigstens keinen anderen verständlichen Namen, da Kaliumamygdalat schon für amygdalinsaures Kali gewählt ist. — Zuckerate für zuckersaure Salze klingt nicht minder abscheulich, als Mandelate. Saccharate kann man sie nicht nennen, weil bereits die Zuckerverbindungen so heissen.

Dieser Auslese von unbequemen und unschönen Benennungen nach dem Princip der modernen Nomenklatur reihen sich noch viele andere an, z. B.

Kaliumrothgallat	für	rothgallussaures Kali,
Thalliumchinatannat	„	chinagerbsaures Thalliumoxyd,
Calciumgalläpfeltannat	„	galläpfelgerbsauren Kalk,
Silbercaffeetannat	„	caffeegerbsaures Silberoxyd,
Manganmohnoleat	„	mohnölsaures Manganoxydul,
Kupfercaffeat	„	caffeesaures Kupferoxyd
etc.		etc.

Die Namen der Gallensäuren und ihrer zahlreichen Zersetzungsproducte sind gewiss nicht schön gebildet, und weil fast alle mit „Chol“ beginnen, auch nicht ganz leicht zu unterscheiden, aber wenn man gefragt wird, was fasslicher und schneller verständlich sei: ob „die Salze der Cholsäure, Cholalsäure, Cholonsäure, Choleinsäure, Choloidinsäure, Choloidansäure“ oder: „die Cholate, Cholalate, Cholonate, Choleinate, Choloidinate, Choloidanate“, so kann die Antwort nicht zweifelhaft sein.

Ueberhaupt wirkt es ermüdend, das ewige Einerlei der „ate“ zu hören.

Merkwürdiger Weise hat man es verschmäht, die übliche Bezeichnung der Salze, welche verschiedene Oxydationsstufen desselben Metalls enthalten, als Oxyd- und Oxydulsalze in die moderne Nomenklatur aufzunehmen. Man begreift nicht recht, weshalb, nachdem salpetersaures Quecksilber in Quecksilbernitrat umgetauft ist, zur Unterscheidung von salpetersaurem Quecksilberoxyd und -oxydul nicht die Bezeichnungen „Quecksilberoxydnitrat“ und „Quecksilberoxydulnitrat“ gewählt sind. — Fast scheint es, man habe durch Verwerfung der Endungen „oxyd und oxydul“ dem Hörer und Leser ganz besonders insinuiren wollen, dass in den Sauerstoffsalzen der Sauerstoff das Metall nichts angehe.

Wie hat man sich nun geholfen, um diese Klippe zu vermeiden? Man hat, wo die Metalle mehrere basische Oxyde haben, und Oxyd- und Oxydul-Salze geben, für diesen speciellen Fall auch die Namen der Metalle latinisirt, und so sehen wir neben „Quecksilbernitrat“ noch „Mercurinitrat“ und „Mercuronitrat“, neben „Kupfersulfat“

ein „Cuprosulfat“ und „Cuprososulfat“, neben „Zinnphosphat“ das „Stannicphosphat und Stannophosphat“ figuriren.

Dabei sind für die betreffenden Säuren die deutschen Namen beibehalten; man sagt nicht Wasserstoffphosphat, noch Wasserstoffnitrat, sondern Phosphorsäure und Salpetersäure. Wie sonderbar lautet es, wenn man in einem modernen chemischen Lehrbuche liest: „die Salpetersäure bildet mit Quecksilber zwei Salze: Mercurinitrat und Mercuronitrat“.

Wie man sieht, fehlt es der modernen Nomenklatur der Salze an consequenter Durchführung, und die gepriesene grössere Einfachheit des Ausdrucks ist nur scheinbar.[1])

---

[1]) Dass diese Mängel auch im Lager der modernen Chemie selbst empfunden werden, beweisen folgende Sätze aus der neuesten (4.) Auflage von v. Gorup-Besanez's Lehrbuch der Chemie **1**, 436:

„Auf keinem Gebiete der Chemie macht sich der Umschwung in den theoretischen Anschauungen, welcher sich gegenwärtig vollzieht, in unangenehmerer und störenderer Weise geltend, wie bei den Salzen und ihrer althergebrachten, in alle angewandten Doctrinen übergegangenen Nomenklatur, welche, Ausdruck eines bestimmten consequent durchgeführten Systems, so lange dieses allgemein angenommen war, an Bestimmtheit nichts zu wünschen übrig liess, gegenwärtig aber, wo andere Anschauungen Geltung erlangt haben, mit diesen unvereinbar scheint“.

„Für die neueren Anschauungen über das Wesen der Salze passt diese (frühere) Nomenklatur durchaus nicht, denn nach diesen sind in den Salzen weder die unversehrten Säuren, noch die unversehrten Basen d. h. die unversehrten Metalloxyde mehr enthalten. Im sogenannten salpetersauren Kaliumoxyde sind nämlich weder Salpetersäure noch Kaliumoxyd mehr enthalten, sondern nur Reste von beiden. . . . . Aber eben so wenig correct sind die in Berücksichtigung der modernen Theorien gewählten Namen: salpetersaures Kalium, schwefelsaures Calcium, weil auch diese die Unversehrtheit der Säuren voraussetzen lassen. Die vielfach üblichen Bezeichnungen: Kaliumnitrat für das salpetersaure Kalium, Calciumsulfat für das schwefelsaure Calcium trifft dieser Vorwurf nicht, allein diese Art der Bezeichnung stösst auf Schwierigkeiten bezüglich der sogenannten Oxydul- und Oxydsalze und anderer Verhältnisse mehr. Wir dürfen daher nicht verschweigen, dass das ältere dualistische System eine klare Uebersicht über die Salze ge-

Aber, höre ich sagen, wenn diese moderne Nomenklatur keine Vorzüge hat, wenn sie gar hinter der bisherigen Nomenklatur zurücksteht, wie ist es zu erklären, dass sie so schnell und bei so Vielen Eingang gefunden hat?

Eine neue Mode, auch wenn sie noch so unschön und unpraktisch ist, findet bekanntlich leicht ihr Publikum und wird nachgeahmt. Glücklicher Weise entscheidet aber die Majorität in Fragen der Mode nicht über deren Werth. Ich begnüge mich, in dieser Beziehung an die vor nicht gar langer Zeit auch rasch in Mode gekommene Gerhardt'sche Typentheorie zu erinnern. Wer damals diese Mode nicht mitmachte, gar ihr opponirte, galt als chemischer Sonderling, und ich erinnere mich noch sehr wohl, dass Manche mitleidig auf mich herabsahen, weil ich jene Typentheorie nicht annehmen wollte, und ihr als blossem Classificationsschema gar den wissenschaftlichen Werth absprach.

Jetzt wird nicht mehr davon geredet, sie ist aus der Mode gekommen; es gehört aber keine prophetische Gabe dazu, vorauszusagen, dass die Moden der modernen Chemie in kurzer Zeit dasselbe Schicksal haben werden. Die jetzt ihre Liebhaber und Verehrer sind, werden sie nächstens wieder verlassen.

Was speciell die moderne Nomenklatur der Salze betrifft, so ist dieselbe nicht nur unschön und, wie selbst ihre Freunde zugeben, unbequem, sondern sie war auch gänzlich unnöthig, und noch mehr, sie zeugt von einem grossen Rückschritt der modernen Chemie in der Auffassung von der Zusammensetzungsweise der Sauerstoffsalze und Sauerstoffsäuren.

---

liefert und in dieser Hinsicht seine Aufgabe gelöst hat, während das neue unfertige Haus die Bequemlichkeiten des alten niedergerissenen noch vielfach vermissen lässt. Die ältere Nomenklatur wird uns daher auch in diesem Werke noch vielfach aushülfsweise dienen müssen."



Bezüglich der Zusammensetzungsweise der Sauerstoffsalze hatte früher allgemein die Vorstellung Platz gegriffen, dass ein Theil des Sauerstoffs der Basis, der andere Theil der Säure angehöre. In diesem Sinne nannte man das durch Vereinigung von Kalihydrat und Salpetersäure entstandene Salz salpetersaures Kaliumoxyd und drückte diesen Gedanken symbolisch durch die Formel $NO_5 . KO$ aus ($O = 8$). — Ich habe vor 12 Jahren weiter darauf aufmerksam gemacht, dass in den Sauerstoffsalzen Basis und Säure immer die gleiche Anzahl extraradikaler Sauerstoffatome enthält, mit folgenden Worten[1]):

„Es ist evident, dass die Sättigungscapacität der Sauerstoffsäuren abhängig ist von der Anzahl der Sauerstoffatome ($O = 8$), welche ausserhalb der betreffenden Radikale stehen, dass demnach die Sauerstoffsäuren von den einsäurigen Basen stets eben so viele Atome zur Neutralisation in Anspruch nehmen, als sie selbst Sauerstoffatome ausserhalb des Radikals enthalten. Ein Gleiches gilt von den Basen, und es sind daher diejenigen Sauerstoffsalze neutrale Verbindungen, deren Basis und Säure ausserhalb ihrer Radikale gleichviel Sauerstoffatome haben."

„Die Salpetersäure ist einbasisch, weil sie das Monooxyd des stickstoffhaltigen Radikals: NO_4 ist, die Schwefelsäure zweibasisch, weil sie zwei Atome Sauerstoff mit dem Radikal S_2O_4 verbunden enthält, und die Phosphorsäure dreibasisch, weil von den fünf Sauerstoffatomen bloss zwei dem Radikal angehören. .... So enthält auch die Kohlensäure, die eben darum zweibasisch ist, zwei gleichwerthige Sauerstoffatome mit dem sauerstoffhaltigen Radikal: C_2O_2, dem Carbonyl, verbunden."

Mit der mehr und mehr Platz greifenden Erkenntniss, dass das Atomgewicht des Sauerstoffs doppelt so gross ist, als es früher angenommen wurde, schien jene Gesetzmässigkeit hinfällig zu werden, und hauptsächlich aus diesem Grunde habe ich mich nicht sogleich entschliessen können, das neue Sauerstoffatomgewicht als gültig anzunehmen.

[1]) Ann. Chem. Pharm. 113, 300.

Andere haben wegen der scheinbaren Unverträglichkeit des neuen Atomgewichts des Sauerstoffs mit der bisherigen Hypothese von der Constitution der Sauerstoffsalze sich mit der empirischen Zusammensetzung derselben begnügen zu sollen geglaubt, welche sich in den Formeln $Ag NO_3$, $K_2 SO_4$, $Ag_3 PO_4$ ausspricht, und man hat für diese Verbindungen die empirischen Namen: Silbernitrat, Kaliumsulfat, Silberphosphat gewählt. Das war jedenfalls bequem, denn man war damit der Mühe überhoben, weiter darüber nachzuforschen, welche verschiedene Funktionen die einzelnen Sauerstoffatome in den Sauerstoffsalzen haben.

Diese letzte Frage, welche einst von den Chemikern so eingehend und mit dem lebhaftesten Interesse erörtert worden ist, scheint die moderne Chemie ganz von der Tagesordnung abgesetzt zu haben.

Ich habe mich lange vergebens bemüht, in den Abhandlungen oder Lehrbüchern der modernen Chemiker einen bestimmten Ausspruch darüber zu finden, was sie unter Sauerstoffsalzen verstehen, und ob sie dieselben wirklich als Verbindungen einer sauerstoffhaltigen Atomgruppe mit einem Metalle ansehen, welches letztere an dem Sauerstoff selbst keinen Antheil hat.

Für diese Ansicht sprechen nicht nur die modernen Formeln, (z. B. $Ag NO_3$), und die Bezeichnung: Silbernitrat u. a., sondern auch die Benennung der Sauerstoffsalze von den Chemikern, denen das Latinisiren der Säurenamen nicht gefällt, und welche deshalb die frühere Nomenklatur der Salze im Ganzen beibehalten haben, nur mit dem Unterschiede, dass sie consequent vermeiden, den Namen des Metalls mit Sauerstoff in Verbindung zu bringen.

Man ist zwar lange gewohnt, und ich erachte es als eine in vielen Fällen erlaubte Abkürzung, statt „salpetersaures Silberoxyd" oder „schwefelsaures Bleioxyd" zu sagen: „salpetersaures Silber, schwefelsaures Blei", wobei man die Endung „oxyd" im Sinne behält; aber wenn man, wie das von Vielen geschieht, mit Consequenz und sicher nicht

ohne Absicht sagt: salpetersaures Kalium, phosphorsaures Calcium, kohlensaures Baryum, statt der gebräuchlicheren kürzeren Bezeichnung: salpetersaures Kali, phosphorsaurer Kalk, kohlensaurer Baryt, so scheint es, man wolle damit sagen, das Metall habe in den Sauerstoffsalzen durchweg keinen unmittelbaren Antheil an dem Sauerstoff[1]).

Es ist hohe Zeit, dass der Abweg, auf welchen die moderne Chemie durch ihre Auffassung von der Zusammensetzung der Sauerstoffsalze gerathen ist, wieder verlassen wird, und dass man sich der *ratio*, welche zur Erkenntniss der rationellen Zusammensetzung, d. i. der chemischen Constitution der Sauerstoffsalze führt, wieder zuwendet.

Wenn man das neutrale chromsaure Kali als Verbindung von zwei Atomen Kalium mit dem Atomcomplex: $Cr\,O_3$ betrachtet, so gewinnt man damit keinerlei Aufschluss darüber, wie es kommt, dass bei Behandlung jenes Salzes mit Kochsalz und Schwefelsäure aus der Gruppe $Cr O_3$ nur eins der drei Sauerstoffatome austritt, und durch

---

[1]) Eine Bestätigung der Vermuthung, dass viele Chemiker gegenwärtig die Sauerstoffsalze als Verbindungen von Metall mit zusammengesetzten sauerstoffhaltigen Radikalen ansehen, finde ich in der mir eben zugegangenen neuesten (4.) Auflage des Lehrbuchs der Chemie von v. Gorup-Besanez, worin derselbe Bd. 1, S. 432 u. 433, sich über die Sauerstoffsäuren und -salze so ausspricht: „In gewissen Säuren ist der Wasserstoff mit einfachen, in andern mit zusammengesetzten Radikalen vereinigt. Säuren der letzteren Art sind die Salpetersäure, in welcher H mit NO_3, die Schwefelsäure, in welcher H_2 mit SO_4 verbunden sind“..... Ferner: „Lassen wir alle Hypothesen vorläufig aus dem Spiele und bewegen uns ausschliesslich auf thatsächlichem Boden, so haben wir zunächst drei Hauptgruppen von Salzen: solche, in welchen das Metall mit einfachen Radikalen, sogenannten Elementen (Chlor, Brom etc.) verbunden ist, und welche daher binär zusammengesetzt sind. Man hat sie früher Haloidsalze genannt .... 2) solche, in welchen das Metall mit zusammengesetzten Radikalen, d. h. mit Atomgruppen verbunden ist, und welche daher mindestens ternär zusammengesetzt sind. Man nennt sie Oxysalze (und nannte sie früher Sauerstoffsalze), wenn das zusammengesetzte Radikal ein sauerstoffhaltiges ist, man nennt sie Sulfosalze, wenn dasselbe für Sauerstoff Schwefel enthält...“

Chlor ersetzt wird. Eben so wenig erklärt die in der Formel H$(C_2H_3O_2)$ sich ausdrückende Vorstellung von der Zusammensetzung der Essigsäure, wie es kommt, dass beim Zusammentreten von Eisessig und fünffach Schwefelphosphor nur die Hälfte des Sauerstoffs in der Gruppe $(C_2H_3O_2)$ durch Schwefel ersetzt wird, u. s. f.

Es ist eine unbestreitbare Thatsache, in den Sauerstoffsäuren und Sauerstoffsalzen, welche mehrere Sauerstoffatome enthalten, haben diese letzteren selten gleiche Bedeutung, gleiche Funktionen; das eine oder die einen Sauerstoffatome spielen darin eine andere Rolle, als die andern. Das muss jedenfalls von einer Hypothese über die chemische Constitution der Sauerstoffsäuren und -salze, welche über dem Niveau der Empirie stehen soll, berücksichtigt und erklärt werden. Die moderne Chemie nimmt davon keine Notiz, sie begnügt sich mit der nackten empirischen Auffassung.

Welchen Weg soll man nun aber gehen, um von diesem Abwege in das richtige Geleise zu kommen? Ich meine, man soll einfach umkehren, und den voreilig verlassenen Weg wieder aufsuchen.

Abgeneigt den Neuerungen, welche Bestehendes über den Haufen werfen, ohne Besseres an die Stelle zu setzen, und ohne dass versucht wird, an das bisher Gültige anzuknüpfen oder mit dem Aufgeben des Irrigen den guten Kern festzuhalten, habe ich, dem Drucke der Thatsachen nachgebend, den Sauerstoff als divalentes Element mit dem Atomgewicht = 16 anerkennen müssen, aber mich nicht entschliessen können, damit zugleich die früheren Ansichten über die Constitution der Sauerstoffsalze gänzlich über Bord zu werfen. Ich legte mir die Frage vor, und habe dieselbe lange zum Gegenstande ernster Studien gemacht, ob das neue Atomgewicht des Sauerstoffs mit der früheren Berzelius'schen Auffassung von der Natur der Sauerstoffsalze wirklich unverträglich sei. — Ich habe eingesehen, dass in den Berzelius'schen Ansichten von der Constitution der Sauerstoffsalze ein gesunder Kern liegt, welcher den Keim der Weiterentwickelung in sich trägt.

Es ist gewiss nicht Zufall, dass in den neutralen Sauerstoffsalzen, die man früher als Verbindungen von basischen Oxyden mit den Säureanhydriden ansah, Säure und Basis jedesmal die gleiche Anzahl extraradikaler Sauerstoffatome ($O = 8$) enthalten, und es ist nicht nöthig, diesen Erfahrungssatz in Folge der Verdoppelung des Sauerstoff-Atomgewichts fallen zu lassen. Derselbe braucht nur ein wenig modificirt zu werden, um bei der Frage nach der Constitution der Salze auch ferner als erster Leitfaden zu dienen.

Ich halte ihn in folgender modificirter Fassung aufrecht: „In den neutralen Sauerstoffsalzen gehört der extraradikale Sauerstoff zur Hälfte dem Metall (oder Basisradikal) zur andern Hälfte dem Säureradikal an.“ Dieser extraradikale diatome Sauerstoff ist das Bindemittel, die Copula, welche die beiden Glieder, Metall und Säureradikal, zusammenhält.[1])

Der Gedanke, welchen man früher durch die Formel: $(NO_4)\,O.\,O\,K$ ($O = 8$) ausdrückte, gewinnt nunmehr folgende symbolische Form: $(NO_2).O.K$, und so bei allen Sauerstoff- und Schwefelsalzen, wie selbstverständlich auch bei den Säuren selbst.

$O = 8$ $S = 16$	$O = 16$ $S = 32$
$(S_2O_4)''\,O_2.\,O_2\,K_2$	$(SO_2)''\left\{\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\}\begin{matrix}K\\K\end{matrix}$
$(S_2O_4)''\,O_2.\,O_2\left\{\begin{matrix}K\\H\end{matrix}\right.$	$(SO_2)''\left\{\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\}\begin{matrix}K\\H\end{matrix}$
$(PO_2)'''\,O_3.\,O_3\,Ag_3$	$(PO)'''\left\{\begin{matrix}O\\O\\O\end{matrix}\right\}Ag_3$
$\left.\begin{matrix}(NO_4)\,O.\,O\\(NO_4)\,O.\,O\end{matrix}\right\}Pb''$	$\begin{matrix}(NO_2)\\(NO_2)\end{matrix}\left\{\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\}Pb''$

---

[1]) Ganz eben so denkt über die Zusammensetzungsweise der Sauerstoffsalze und -Säuren Blomstrand; vergl. seine Schrift: Die Chemie der Jetztzeit, S. 40 ff. und S. 96.

$\left.\begin{array}{l}(NO_4)\,O.O\\(NO_4)\,O.O\\(NO_4)\,O.O\end{array}\right\}Al'''$	$\begin{array}{l}(NO_2)\\(NO_2)\\(NO_2)\end{array}\left\{\begin{array}{l}O\\O\\O\end{array}\right\}Al'''$
$(PO_2)'''\,O_3.O_3\,Fe'''$	$(PO)'''.O_3.Fe'''$
$\left.\begin{array}{l}(S_2O_4)\,O_2\\(S_2O_4)\,O_2\end{array}\right\}\left\{\begin{array}{l}O_3\,Al'''\\O\,K\end{array}\right.$	$\left.\begin{array}{l}(SO_2)\\(SO_2)\end{array}\right\}O_4\left\{\begin{array}{l}Al'''\\K\end{array}\right.$ [1]
$\left.\begin{array}{l}(S_2O_4)\,O_2\\(S_2O_4)\,O_2\\(S_2O_4)\,O_2\end{array}\right\}\left\{\begin{array}{l}O_3\,Al'''\\O_3\,Al'''\end{array}\right.$	$\left.\begin{array}{l}(SO_2)\\(SO_2)\\(SO_2)\end{array}\right\}O_6\left\{\begin{array}{l}Al'''\\Al'''\end{array}\right.$
$(C_4H_3O_2)\,O.O\,K$	$(C_2H_3O).O.K$
$(C_4H_3O_2)\,S.S\,K$	$(C_2H_3O).S.K$
$(SbS_2)\,S_3.S_3\,Na_3$	$(SbS)'''\left\{\begin{array}{l}S\\S\\S\end{array}\right\}\begin{array}{l}Na\\Na\\Na\end{array}$
etc.	etc.

In diesem Sinne definire ich die *Sauerstoffsalze als Verbindungen der Metalle oder überhaupt der basische Oxyde bildenden Radikale mit Säureradikalen, welche beide durch eben so viele Sauerstoffatome copulirt sind, als das Metall resp. das Säureradikal chemische Valenzen besitzt.*

Sauerstoffsäuren sind die Verbindungen der Säureradikale mit eben so vielen Wasserstoffatomen als die ersteren Valenzen haben, beide durch die gleiche Anzahl von Sauerstoffatomen verbunden: $(NO_2).O.K$; $(SO_2)''\left\{\begin{array}{l}O\\O\end{array}\right\}\begin{array}{l}H\\H\end{array}$; $(PO)'''\left\{\begin{array}{l}O\\O\\O\end{array}\right\}\begin{array}{l}K\\K\\K\end{array}$ etc.

Es wirft sich hier, wie von selbst, eine neue Frage auf, nämlich die: bedarf es zur Vereinigung von Wasserstoff resp. von Metallen mit den Säureradikalen nothwendig des copulirenden Sauerstoffs, oder können die Säureradikale auch ohne den letzteren, gleich den Haloiden mit jenen, Säuren und Salze liefern? und umgekehrt, kann

[1]) Vergl. den Aufsatz: Die Aufgaben der Mineralchemie, dies Journ. [2] 1, 3.

zwischen die beiden Bestandtheile eines Haloidsalzes ein Sauerstoffatom sich einschieben, und so aus einem Haloidsalz ein Sauerstoffsalz entstehen?

Letztere Frage ist bejahend zu beantworten. Die Umwandlung von Chlorkalium in unterchlorigsaures Kali $KCl + O = K.O.Cl$ und weiterhin in chlorsaures und überchlorsaures Kali $K.O.(Cl O_2)$ und $K.O.(Cl O_3)$ bei der elektrolytischen Oxydation liefert dafür einen strikten Beweis.

Was die erste Frage betrifft, so gehören vielleicht die Aldehyde zu den in Rede stehenden Wasserstoffsäuren, welche Säureradikale ohne copulirenden Sauerstoff mit Wasserstoff in unmittelbarer Vereinigung enthalten, dabei aber grosse Neigung besitzen, das fehlende copulirende Sauerstoffatom unmittelbar in sich aufzunehmen:

$$\underbrace{(C_2 H_3 O)\ H}_{\text{Acetylaldehyd}} + O = \underbrace{(C_2 H_3 O).\ O.\ H}_{\text{Essigsäure}}$$

$$\underbrace{(C_7 H_5 O)\ H}_{\text{Benzoëaldehyd}} + O = \underbrace{(C_7 H_5 O).\ O.\ H}_{\text{Benzoësäure.}}$$

Aus der unorganischen Chemie sind Verbindungen dieser Art, z. B. $(SO_2)\begin{cases}K\\K\end{cases}$, meines Wissens noch nicht bekannt, wenn nicht etwa die salpetrigsauren Salze zu jener Classe von Verbindungen gehören (salpetrigsaures Kali vielleicht $(NO_2) K$?).

Müssen wir nun, und mir scheint das die richtige Auffassung zu sein, in so eben dargelegter Weise die Sauerstoffsalze als durch Sauerstoff gekoppelte Verbindungen von Metallen mit Säureradikalen betrachten, so ist nicht der mindeste Grund da, die frühere Nomenklatur der Salze mit einer andern, zumal mit einer so wenig befriedigenden, wie die moderne Nomenklatur ist, zu vertauschen.

Man hat gegen die Berzelius'sche Nomenklatur eingewandt[1]), sie sei nicht passend, weil in den Sauer-

---

[1]) S. von Gorup-Besanez, Lehrbuch d. Chemie, vierte Aufl. 1871, 1, 436.

stoffsalzen weder die unversehrten Säuren noch die unversehrten Metalloxyde mehr enthalten seien, — in dem salpetersauren Kaliumoxyd sei weder unveränderte Salpetersäure noch Kaliumoxyd vorhanden. Und doch hat man nicht beanstandet, das Product der Vereinigung von Chlor und Kalium „Chlorkalium" zu nennen, worin ja auch nicht mehr das, was man Chlor heisst, d. h. nicht mehr das Molekül Chlor existirt.

Es ist unzweifelhaft richtig, auch in dem Salpeter ist nicht mehr das enthalten, was wir unter einem Molekül Kaliumoxyd und einem Molekül Salpetersäure verstehen, also nicht die Verbindungen $\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\}O$ und $\left.\begin{matrix}NO_2\\NO_2\end{matrix}\right\}O$, aber von jedem dieser Bestandtheile findet sich doch die Hälfte im Molekül Salpeter, nämlich $K.O.NO_2$ wieder. Eben so vereinigen sich, wenn Calciumoxyd und Wasser zusammenkommen, diese beiden nicht unmittelbar zu einem Molekül, sondern es resultiren zwei Moleküle Calciumoxydhydrat: $Ca_2O + H_2O = 2\,(Ca.O.H)$.

Ich meine, eben so gut, wie wir von einem zerbrochenen Topf sprechen, der auch kein Topf (nicht das Molekül Topf) mehr ist, sondern dessen Stücke wir vor uns sehen, dürfen wir auch sagen: salpetersaures Kaliumoxyd, essigsaures Bleioxyd etc.

Salpetersaures Silberoxyd ist, wie der Name deutlich aussagt, kein Silberoxyd mehr, sondern ein durch die Salpetersäure modificirtes, was man eben gar nicht besser ausdrücken kann, als gerade durch jene beiden Worte. Zudem liegt in dieser Bezeichnung noch deutlich das ausgesprochen, was ursprünglich damit beabsichtigt ist, dass nämlich in jenem Salz nicht aller Sauerstoff zu dem Stickstoff gehört, sondern dass auch das Metall unmittelbaren Antheil daran hat.

Die Berzelius'sche deutsche Nomenklatur der Sauerstoffsalze ist, meine ich, so vorzüglich und passt so vollkommen gut zu den zuvor entwickelten Ansichten über die Zusammensetzungsweise derselben, dass, hätte

man für diese eine bezeichnende Nomenklatur erdenken sollen, man keine bessere hätte erfinden können.

Zur Mode geworden war das aus vorgefasster Meinung entsprungene Dogma von der Univalenz der Elemente. Es galt eine Zeitlang bei Vielen als eine unbestreitbare Sache, dass der Schwefel nicht bloss in seinen Verbindungen mit den Metallen, sondern auch in allen übrigen Schwefelverbindungen als zweiwerthiges Element fungire, und man schreckte nicht vor den kühnsten Hypothesen zurück, um diese Idee aufrecht zu halten. Die Existenz des Triäthylsulfinjodids hat unwiderleglich bewiesen, dass der Schwefel auch vierwerthig ist, und die jetzt noch daran zweifeln, dass in der Schwefelsäure der sechswerthige Schwefel fungirt, werden bald auch diese noch höhere Valenz des Schwefels anerkennen.

Dass der Kohlenstoff nicht, wie Manche noch meinen, nur vierwerthig ist, beweist die Zusammensetzung des Kohlenoxyds, abgesehen von den vielen andern Verbindungen, worin der Kohlenstoff ebenfalls zweiwerthig auftritt.

Am schwersten mögen die Jünger der modernen Chemie, wie es scheint, sich entschliessen, die Polyvalenz der Haloide einzuräumen; man hat die geschraubteste Erklärung versucht, um darzuthun, dass das Chlor, Brom und Jod, welche als Salzbilder stets einwerthig fungiren, auch in der Chlorsäure, Ueberjodsäure etc. diese Valenz besitzen. Thatsachen wiegen aber schwerer als Dogmen, und so hat die Entdeckung der mehrbasischen Ueberjodsäure wohl auch zur Folge, dass man den Glauben an die Univalenz der Haloide fallen lässt, und sich zu der Annahme bequemt, dass die Haloide in ihren Sauerstoffverbindungen drei-, fünf- und sogar siebenwerthig sein können.

Wir lernen, wie am Stickstoff, so besonders gut an den Haloiden, dass die Valenz eines Elements nicht absolut, sondern relativ verschieden ist, je nach der Natur

der Elemente, die damit in Verbindung treten. Der fünfwerthige Stickstoff der Salpetersäure kann nicht in gleicher Weise wie mit dem Sauerstoff sich mit fünf Atomen Wasserstoff sättigen. Das Chlor, welches in seinen Sauerstoffsäuren polyvalent ist, scheint in seinen Verbindungen mit den Metallen, wo es so zu sagen als negatives Glied fungirt, diesen gegenüber immer nur eine Valenz zu haben etc.

Die grösste Schwäche der modernen Chemie besteht in der zum Theil wahrhaft naiven Auffassung unserer Aufgabe, die chemische Constitution der Verbindungen zu erforschen. Ich habe mich darüber wiederholt, unlängst auch in diesem Journal[1]) ausgesprochen, und ich begnüge mich, im Allgemeinen auf schon Gesagtes hinzuweisen; doch mag ich nicht unterlassen, dem früheren Beispiel von einem Structurformeltraum[2]) hier noch ein anderes an die Seite zu stellen, welches besonders deutlich zeigt, wie ausserordentlich leicht es die moderne Chemie ihren Jüngern macht, über die chemische Constitution der Körper schlüssig zu werden.

Ganz vor Kurzem hat Schützenberger[3]) drei höchst interessante Platinverbindungen beschrieben, welche durch directe Vereinigung von Platinchlorür mit Kohlenoxyd entstehen, und welche er nach folgenden Formeln zusammengesetzt fand:

$$COPtCl_2; \quad C_2O_2PtCl_2; \quad C_3O_3Pt_2Cl_4.$$

Schützenberger hat ausser ihrer Darstellungsweise noch die Methode ihrer Trennung von einander beschrieben, sodann einige physikalische Eigenschaften angegeben, und über ihr Verhalten beim Erhitzen, bezw. im Strom von Chlor oder Kohlenoxydgas, gegen Wasser und gegen Alkohol kurze Mittheilungen gemacht.

---

[1]) Ueber die Structurformeln und die Lehre von der Bindung der Atome, **3**, 127 ff.

[2]) Dies. Journ. **3**, 133.

[3]) Ann. ch. phys. [4] **21**, 350. — Dies. Journ. [2] **4**, 159 ff.

Diese wenigen Daten reichen ihm hin, damit die chemische Constitution der drei Verbindungen festzustellen. Er sagt gegen Ende seiner Mittheilungen: „Von der Constitution dieser Körper kann man sich mit Hülfe der Atomigkeitslehre leicht Rechenschaft geben. Das Platinchlorür ist zweiatomig, und kann zwei Affinitäten des Kohlenoxyds sättigen, so dass die beständigere Verbindung:

$$CO = = PtCl_2$$

entsteht.“

„Beim Dicarbonylchlorplatinit muss man annehmen, dass die beiden Affinitäten des $PtCl_2$ durch je eine Affinität der beiden CO gesättigt sind, und dass die übrig bleibenden beiden Affinitäten der CO-Atome sich einander neutralisiren:

$$Pt_2 \begin{array}{l} / - CO \diagdown \\ \diagdown - CO \diagup \end{array} .“$$

„Für die intermediäre Verbindung, Sesquicarbonylchlorplatinit endlich hätte man:

$$PtCl_2 \begin{array}{l} / - CO - PtCl_2 \\ \qquad\qquad\quad / \\ \diagdown - CO - CO \end{array} .“$$

Und das nennt man: — sich über die chemische Constitution Rechenschaft geben —! Herr Schützenberger sagt gleich weiter: „Ich habe mir vorgenommen, die Derivate dieser Körper zum Gegenstand ferneren Studiums und einer späteren Abhandlung zu machen.“ — Er hält es also nicht für nöthig, die Resultate derselben abzuwarten, welche u. a. vielleicht lehren, dass die zweite Verbindung unter geeigneten Verhältnissen Oxalsäure, die dritte möglicher Weise Mesoxalsäure liefert. — Die moderne Chemie bedarf dessen nicht, die Constitution einer neuen Verbindung ist auch ohne Kenntniss ihrer Derivate leicht fest zu stellen.

Hat Herr Schützenberger und haben die modernen Chemiker, welche ebenso verfahren, wirklich keine Ahnung davon, dass man solche sogenannte Constitutionsformeln beinahe im Schlafe construirt, dass dieselben über die

wirkliche Constitution gar Nichts aussagen, dass es überhaupt ganz unmöglich ist, aus so wenigem thatsächlichen Material über die chemische Constitution jener drei merkwürdigen Verbindungen mehr als eine vage Vermuthung zu schöpfen?

Um die Elasticität der Strukturformeln der sog. Bindungschemie auf die Probe zu stellen, habe ich gleich nach dem ersten Durchlesen der Schützenberger'schen Abhandlung die von ihm aus seinen Analysen abgeleiteten drei Formeln:

$$CO\ PtCl_2$$
$$C_2O_2\ PtCl_2$$
$$C_3O_3\ Pt_2Cl_4$$

meinem Amanuensis, welchem der Gegenstand noch völlig fremd war, und dem ich bloss mittheilte, dass die betreffenden Verbindungen aus Platinchlorür und Kohlenoxyd erhalten seien, mit dem Auftrage gegeben, mir damit drei schöne Strukturformeln zu machen. Schon nach einer halben Stunde legte mir derselbe folgende Zeichnungen als Ergebniss seiner Speculation zur Begutachtung vor:

```
              Cl2
              ||
              Pt
            /    \
   O = C            C = O
       |            |                =   3 × (C O Pt Cl2)
 Cl2 = Pt           Pt = Cl2
            \    /
              C
              ||
              O

              Cl2
              ||
              Pt
            /    \
   O = C            C = O
       |            |                =   2 × (C2 O2 Pt Cl2)
   O = C            C = O
            \    /
              Pt
              ||
              Cl2
```

```
          Cl2
          ||
          Pt
        /    \
       /      C = O
O = C          |
       \      C = O
        \    /
          Pt
          ||
          Cl2
```

$= C_3 O_3 Pt_2 Cl_4.$

Das letzte Schema stimmt, wie man sieht, mit dem von Schützenberger entworfenen überein; bei den beiden ersten hat meinem Amanuensis offenbar der sechsgliedrige Benzolring vorgeschwebt, und ich bekenne, dass mir, wäre ich moderner Chemiker, diese Formulirung besser gefallen würde als die von Schützenberger, zumal keine Thatsache vorliegt, welche die Verdreifachung resp. Verdoppelung der Formeln verbietet.

Man sieht, die moderne Bindungschemie leistet Unglaubliches: Man stellt durch die Elementaranalyse die atomistische Zusammensetzung einer neu entdeckten Verbindung fest, von der man höchstens zu wissen braucht, wie sie entstanden ist, und bestimmt sodann mit Hülfe der Atomigkeitslehre die Constitution derselben, was man noch bequemer durch einen Gehülfen besorgen lassen kann.

Was heisst in der modernen Chemie „chemische Constitution“? Ich habe mich eifrigst bemüht, darüber klar zu werden, aber vergebens, denn die Definition dieses Begriffs lautet bei verschiedenen Chemikern verschieden und ist oft noch dazu unklar.

Berzelius hat zuerst empirische und rationelle Zusammensetzung, empirische und rationelle Formeln unterschieden. Die Ermittelung der empirischen Zusammensetzung geht nicht weiter, als bis zur Kenntnissnahme von der Zahl der das Molekül einer Verbindung zusammensetzenden elementaren Atome; in diesem Sinne wird die empirische Zusammensetzung der Benzoësäure durch die empirische Formel: $C_7 H_6 O_2$ ausgedrückt. — Unter

rationeller Zusammensetzung, gleichbedeutend mit chemischer Constitution, hat Berzelius die Zusammensetzung verstanden, deren Erforschung die Erkenntniss der näheren Bestandtheile einer Verbindung, oder, der darin vorhandenen Atomgruppen, der zusammengesetzten Radikale, erstrebt. Die solche Vorstellungen ausdrückenden Formeln, z. B. die für das Essigsäurehydrat: $(CH_3)CO.O.H$, hat Berzelius rationelle Formeln genannt.[1])

Die Bezeichnungen: chemische Constitution und rationelle Zusammensetzung, haben neuerdings einigen Chemikern nicht mehr gefallen, und so hat u. A. Butlerow den Namen „chemische Struktur" eingeführt. Wenn indess derselbe sagt[2]): „Offenbar ist eigentlich die Constitution im Sinne Kolbe's[3]) das, was oben chemische Struktur genannt wurde", so ist das ein Irrthum. Butlerow (l. c. S. 36) nennt chemische Struktur „die Art und Weise der gegenseitigen Bindung der elementaren Atome in einem Molekül". — Er behauptet S. 68, ich habe in meinem Lehrbuche der Chemie keine ganz klar ausgesprochene Definition des Begriffes „chemische Constitution" gegeben, sagt aber gleich weiter, ich verstehe darunter „die eigentlichen Angriffspunkte der chemischen Verwandschaftskräfte."

Ich vermag über die Art und Weise, wie die elementaren Atome in einem Molekül sich gegenseitig binden, mir keine Vorstellung zu machen, noch werden die Chemiker überhaupt jemals eine davon gewinnen. Grade an der Stelle, von welcher Butlerow meint, ich habe mich über das, was ich unter chemischer Constitution verstehe, nicht ganz klar ausgesprochen[4]), habe ich deutlich gesagt:

---

[1]) Einige Chemiker haben später die empirischen Umsetzungsformeln rationelle Formeln genannt, und dadurch unnöthiger Weise zu Missverständnissen Veranlassung gegeben.

[2]) Butlerow, Lehrbuch der organischen Chemie, deutsche Ausgabe 1868, S. 67.

[3]) d. h. Berzelius's, in dessen Schuhen ich hier stehe. H. K.

[4]) Mein Lehrbuch der organischen Chemie, 1, 13.

„wir werden allerdings durch unsere Forschungen über die chemische Constitution der Körper niemals eine klare Anschauung von der Art und Weise gewinnen, wie die einzelnen Atome gegen einander gelagert sind, aber welche Funktionen einzelne Atome oder Atomgruppen andern gegenüber in den organischen Verbindungen haben, bleibt dem geistigen Auge nicht verhüllt.“

Wenige Zeilen vorher habe ich mich über unsere Aufgabe, die chemische Constitution oder, was gleichbedeutend ist, die rationelle Zusammensetzung der Verbindungen zu erforschen, mit folgenden Worten ausgesprochen:

„Ehe wir die näheren Bestandtheile der organischen Verbindungen, d. h. die eigentlichen Angriffspunkte der chemischen Verwandtschaftskräfte, nicht genau erforscht haben, ist jedes weitere Vorgehen in der Wissenschaft unmöglich. Die nächste und wichtigste Aufgabe der organischen Chemie ist daher die Erforschung der die organischen Verbindungen zusammensetzenden näheren Bestandtheile, überhaupt die Frage nach der rationellen Zusammensetzung derselben.“

Wie Butlerow nach Kenntnissnahme dieser Worte, welche, meine ich, nicht misszuverstehen sind, behaupten kann, das, was ich chemische Constitution nenne, falle zusammen mit dem, was er mit dem Wort Struktur bezeichnet, ist mir unbegreiflich. Ich meinerseits muss mich entschieden dagegen verwahren.

Ich habe oben gesagt, dass das Wort „chemische Constitution resp. Struktur“ von den Chemikern in verschiedenem Sinne gebraucht und verschieden definirt wird; ich lasse als Beweis hier eine Zusammenstellung der Aussprüche mehrerer Chemiker über diesen Gegenstand folgen:

Gerhardt[1]) sagt: „la constitution moléculaire des corps, c'est-à-dire le veritable arrangement de leurs atomes.“

---

[1]) Traité de Chimie organique 1856, **4**, 561.

Kekulé[1]): „Die Constitution d. h. die Lagerung der Atome in der bestehenden Verbindung."

Butlerow[2]): „chemische Struktur, d. i. die Art und Weise der gegenseitigen chemischen Bindung der elementaren Atome in einem Molekül."

Heintz[3]): „chemische Struktur, d. i. die Beschaffenheit chemischer Verbindungen, wonach sie Elemente enthalten, die verschieden fest aneinander gekettet sind."

Derselbe[4]): „chemische Struktur ist die Beschaffenheit der chemischen Verbindungen, welche sie vermöge der relativen Entfernung ihrer Atome von einander erlangen."

v. Gorup-Besanez[5]): „chemische Constitution, d. i. die Lagerung der Atome, die Gruppirung derselben in dem Molekül einer chemischen Verbindung, worüber wir aus ihrer Bildungsweise, ihrem Verhalten und ihren Umsetzungen Anschauung gewinnen."

Erlenmeyer[6]): „Unter der relativen Constitution einer chemischen Verbindung verstehen wir die relative Zusammenfügungsweise der Affinivalente ihrer Elementarbestandtheile."

Derselbe[7]): „Constitution der Körper, d. h. die Aneinanderfügungsweise der Elementarbestandtheile der Körper."

Derselbe[8]): Constitution, d. h. die Ruhelage der Bestandtheile der Körper."

---

[1]) Lehrbuch der organischen Chemie, 1861, **1**, 157 und 158.

[2]) Lehrbuch der organischen Chemie, deutsche Ausgabe, S. 36.

[3]) Ann. Chem. Pharm. **182**, 22.

[4]) Daselbst.

[5]) Lehrbuch der organischen Chemie, dritte Aufl. 1868, S. 6.

[6]) Lehrbuch der organischen Chemie 1867, S. 65.

[7]) Die Aufgabe des chemischen Unterrichts; Rede, gehalten in der öffentlichen Sitzung d. k. Akademie der Wissenschaften zu München 1871, Separatabdruck S. 7.

[8]) Ebendaselbst. S. 10. — Erlenmeyer hat dem Separatabdruck noch 7½ Seiten lange Anmerkungen angefügt, welche eine Kritik meiner theoretisch-chemischen Ansichten enthalten. Ich will diese Kritik aus Rücksicht auf den Verfasser mit Stillschweigen übergehen.

Schützenberger[1]) endlich scheint unter chemischer Constitution der Körper die Zusammensetzungsweise zu verstehen, zu deren Ermittelung die Anwendung der Atomigkeitslehre genügt.

Welchen Sinn hat nun eigentlich das Wort: chemische Constitution? — Ich antworte: jeden möglichen, zum Theil selbst unfasslichen Sinn, nur nicht den, in welchem dieses Wort von Berzelius gebraucht ist.

Berzelius nannte einst die Erforschung der chemischen Constitution die höchste Aufgabe der Chemie. Merkwürdig, der Eine löst dieses höchste Problem mit Leichtigkeit, ja spielend mittelst der Atomigkeitslehre, und Andere, welche unter Constitution die Lagerung der Atome verstehen, welche gar von einer topographischen Lagerung der Atome reden, stellen sich Aufgaben, deren Lösung unmöglich ist.

Von den Chemikern, welche die Worte: Lagerung, Aneinanderfügungsweise, Art und Weise der Bindung, relative Entfernung, Ruhelage der Atome häufig gebrauchen, welche von der einen und von der anderen Seite eines Moleküls reden (Kekulé), oder gar die Ortsveränderung der Atome in einer Verbindung ergründen wollen (Erlenmeyer), haben Einige die wirklich räumliche Lagerung im Sinne, Andere verwahren sich hiergegen, noch Andere stellen ihre Sätze auf Schrauben. Sie dürfen sich wahrlich nicht beklagen, wenn sie missverstanden werden; sie tragen selbst die Schuld davon.

Wenn mich Jemand versichert, er denke nicht an die Lagerung im Raume, wenn er von der Lagerung der Atome spreche, so glaube ich ihm das[2]); aber ich habe das Recht

---

[1]) Dies. Journal, [2] **4**, 169.

[2]) Anders macht es Erlenmeyer, welcher, obgleich ich oft wiederholt deutlich ausgesprochen habe, dass ich alle Versuche, die räumliche Lagerung der Atome in einer Verbindung zu ermitteln, für vergeblich halte, doch kein Bedenken getragen hat zu versichern, meine Betrachtungsweisen seien gewiss nichts anderes, als Versuche, die räumliche Lagerung der Atome zu bestimmen. (Zeitschrift für Chemie, 1863, **6**, 22).

zu behaupten, dass das Wort Lagerung ein schlecht gewähltes sei; ich wenigstens kann mir von der Lagerung der Theile eines Dinges und von der Struktur eines Körpers keine Vorstellung machen, wenn ich dabei vom Räumlichen abstrahiren soll. Eben so wenig kann ich mir eine Ortsveränderung denken, ohne einen Ort, ohne einen Raum, in welchem die Ortsveränderung statt haben soll.

Weshalb gebrauchen die Chemiker, welche, indem sie von Lagerung und Aneinanderfügungsweise der Atome, von der Art und Weise ihrer Bindung, von der Struktur sprechen, damit nicht die *räumliche* Lagerung etc. verstanden wissen wollen, diese so leicht misszuverstehenden Ausdrücke? weshalb wählen sie nicht andere unzweideutigere Bezeichnungen?

Es ist nicht schwer zu verstehen, wie es kommt, dass gerade in neuerer Zeit eben jene Worte so oft gebraucht werden. Das datirt von der Zeit, wo man angefangen hat, sich die Atome auf Papier zu zeichnen, und so sich bildliche Darstellungen von einer möglichen Gruppirung derselben zu machen. Diese bildlichen Darstellungen erweckten unbewusst Vorstellungen von der Lagerung, Bindungsweise etc. der auf dem Papier zur Anschauung gebrachten Atome, wodurch eben diese Worte den Chemikern, die solche Bilder entwarfen, mehr und mehr geläufig wurden, ohne dass sie Schlimmes dabei dachten. — Solche Bilder verschiedener Art findet man u. A. in *Kekulé's* Lehrbuch der organischen Chemie **1**, 160, 162, 164 ff.; **2**, Tafeln zu S. 498 ff., auch S. 515, 672 und 744; ferner in Chem. Soc. J. 1865 [2] **3**, 232 ff. und an vielen andern Orten. Dahin gehören ebenfalls die Zeichnungen, welche die Verkettung der Atome veranschaulichen sollen, so wie die Mehrzahl der Strukturformeln, deren eine ich Bd. **3**, 133 besprochen habe.

Ist es zu verwundern, wenn junge Chemiker, welche sehen, dass die Lehrbücher, aus denen sie sich unterrichten, von solchen Strukturformeln mit den wunderbarsten Bindungen strotzen, allmählich glauben, eben so seien die

Atome gelagert und aneinandergefügt, wie die Zeichnungen es darstellen, und sie könnten sich von der Art und Weise der Bindung und über die Ortsveränderungen der Atome wirkliche Vorstellungen machen?

Es ist hohe Zeit, dass die moderne Chemie auf der schiefen Ebene, auf welche sie durch den Wahn, man könne die Struktur der chemischen Verbindungen und die Lagerung der Atome erforschen, gerathen ist, inne hält, und dass man zu vermeinen aufhört, die Anwendung der Atomigkeitslehre genüge, damit die Constitution der chemischen Verbindungen zu ergründen.

Aus der Erkenntniss, dass jedem Elemente eine bestimmte höchste Sättigungscapacität (Atomität) inne wohnt, hat sich der Lehrsatz entwickelt, dass, wenn dieser Sättigungscapacität Genüge geleistet ist, dass also wenn Kalium sich mit einem Atom Chlor verbunden hat, oder wenn Kali und Schwefelsäure einander völlig neutralisirt haben, die resultirenden Verbindungen, weil sie keine freien, ungebundenen Affinitäten mehr haben, auch keine Affinitäten mehr äussern, und darum sich nicht weiter mit anderen Körpern verbinden können.

Dieser fundamentale Lehrsatz der modernen Chemie ruht auf schwachen Füssen; er ist eben falsch.

Wir wissen, dass das Chlorkalium, worin keins der beiden einwerthigen Elemente nach ihrer Vereinigung freie Affinität mehr hat, sich dennoch mit anderen Körpern verbindet, dass es sich mit Platinchlorid, wie eine Base mit einer Säure, zu einem sehr beständigen neuen Salz vereinigt; wir wissen, dass in ähnlicher Weise schwefelsaures Kali mit andern schwefelsauren Metallsalzen stabile sog. Doppelsalze giebt, dass endlich eine zahllose Menge neutraler Salze, in denen der Bindungschemiker keine freien Affinitäten mehr zu entdecken im Stande ist, mit Wasser, Halhydratwasser und Krystallisationswasser, zusammentreten, wovon einzelne Moleküle, z. B. das Halhydratwasser im Kupfervitriol, sogar mit starker Affinität festgehalten werden.

Wer nicht im Vorurtheil der exclusiven Atomigkeitslehre befangen ist, wird aus diesen und zahlreichen andern ähnlichen Beobachtungen folgern, dass es für den Chemiker noch etwas mehr zu ergründen giebt, als wie die Atome der Elemente gemäss dem Atomitätsgesetze an einander gekettet sind, und dass die Atomigkeitstheorie nicht ausreicht, die chemische Constitution der Verbindungen zu erforschen.

Ich höre hier mir zurufen, die Verbindungen des Chlorkaliums mit Chlorplatin, die des schwefelsauren Kalis mit schwefelsaurem Eisenoxydul, die der Salze mit Krystallwasser und Halhydratwasser sind ja molekulare Verbindungen!

Das ist freilich ein Wort und klingt sogar recht gelehrt, aber es ist eben nur ein Wort, wie jenes, von dem der Dichter sagt: „wo die Begriffe fehlen, da stellt ein Wort zu rechter Zeit sich ein". Man täusche sich nicht, mit diesem Worte erklärt man Nichts, am wenigsten, wie es kommt, dass zwei Körper, welche ihrer Zusammensetzung nach, gemäss der Atomigkeitstheorie keine freien Affinitäten mehr haben, solche dennoch äussern und sich deshalb chemisch verbinden. — Fügen wir uns der Macht der Thatsachen und machen wir uns mit dem Gedanken vertraut, dass die Atomigkeitstheorie nicht unfehlbar ist, nicht alles erklärt.

Die Erforschung der chemischen Constitution (rationellen Zusammensetzung) der Verbindungen bleibt nach wie vor, was Berzelius[1]) schon vor 25 Jahren aussprach, die höchste Aufgabe der Chemie, und ich führe mit Rücksicht auf die Leichtigkeit, womit die modernen Chemiker die Constitution der Körper zu erfassen vermeinen, hier noch folgende weitere Worte an, welche Berzelius jenem Ausspruch unmittelbar folgen lässt. Derselbe sagt:

„Bei Versuchen, um zur Kenntniss von der rationellen Zusammensetzung der Körper zu gelangen, kann man niemals genug Vorsicht in den Schlüssen, genug Gründ-

[1]) Lehrbuch der Chemie, 5te Aufl. 1847, **4**, 32.

lichkeit in den Urtheilen und genug Vielseitigkeit in den Beweisen anwenden. Die Wissenschaft leidet und wird noch lange leiden an erdichteten rationellen Formeln lebhafter Phantasien, für welche Formeln kein weiterer Beweis existirt, als dass ihnen nicht durch die empirischen widersprochen wird.“ —

Man hat mir vorgeworfen, ich habe mich nicht deutlich genug darüber ausgesprochen, was ich unter chemischer Constitution verstehe. Mit Verweisung auf das schon S. 19 darüber Gesagte, bemerke ich hier ausdrücklich, dass das Wort „chemische Constitution“ für mich noch heute dieselbe Bedeutung hat, in welcher dasselbe zuerst von Berzelius gebraucht ist; dass ich vollkommen auch mit Kopp übereinstimme, wenn er in seinem Lehrbuch der theoretischen Chemie, 2. Auflage 1863, S. 253 sagt: „als Untersuchung über die rationelle Constitution der chemischen Verbindungen bezeichnet man die Frage, welche näheren Bestandtheile man in den verschiedenen chemischen Verbindungen annehmen soll“, und dass ich über diese Frage gegenwärtig noch ganz dieselben Ansichten habe, welche ich vor zehn Jahren in dem 1861 erschienenen Hefte der zweiten Auflage des chemischen Handwörterbuchs, Bd. 2, dritte Abtheilung, S. 188—192 in dem Artikel „Constitution“ ausführlich dargelegt habe.

Ich lasse hier einen wörtlichen Abdruck dieses Aufsatzes folgen:

„Wie die chemischen Verbindungen die einzelnen Atome räumlich gelagert enthalten, wird dem leiblichen und geistigen Auge immer verborgen bleiben. Gleichwohl können wir von ihrer chemischen Constitution, d. h. von ihren näheren Bestandtheilen und deren Functionen, bestimmte Anschauungen gewinnen. Es ist gewiss, dass die chemischen Körper ihre constituirenden Elemente nicht beliebig durch einander gewürfelt, sondern dass sie dieselben unter sich zu näheren Bestandtheilen verbunden enthalten, und dass ihre Natur eben so sehr von der Verschiedenheit der Verbindungsweise ihrer näheren Bestandtheile, wie von dem chemischen Charakter der entfernten elementaren Stoffe

abhängt. Es ist nicht minder gewiss, dass jede chemische Verbindung im Zustande der Ruhe ihre entfernteren und näheren Bestandtheile immer in derselben Verbindungsweise enthält. Diese Wahrheiten bilden die Basis unserer Forschungen auf jenem Gebiete."

„Die Erforschung der rationellen Zusammensetzung, d. i. der chemischen Constitution, ist, nach Berzelius[1]), die höchste Aufgabe der Chemie; sie ist zugleich auch die schwierigste, wie sich schon daraus ergiebt, dass noch heute die Ansichten der Chemiker über die einfachsten Gegenstände weit auseinander gehen; sie erfordert ausser reichen Erfahrungen und grosser Vielseitigkeit der Beweisführung ausserordentliche Vorsicht in den Schlüssen, Gründlichkeit im Urtheile, und neben Combinationsgabe einen gewissen chemischen Tact. Die Frage, ob die Hydrate Wasser als solches enthalten oder nicht, ist, so leicht bei oberflächlicher Betrachtung ihre Beantwortung scheinen mag, noch immer nicht erledigt. So viel Wahrscheinlichkeit auch die Ansicht hat, dass im Schwefelsäurehydrat und im Kalkhydrat Wasser vorhanden ist, so kann doch die Thatsache, dass beide durch eine directe Vereinigung der betreffenden wasserfreien Oxyde mit Wasser entstehen, allein nicht als stricter Beweis dafür gelten, man würde sonst z. B. auch Bleisuperoxyd und schweflige Säure, weil sie sich unmittelbar zu schwefelsaurem Bleioxyd vereinigen, für die näheren Bestandtheile dieses Salzes halten können."

„Noch viel grössere Schwierigkeiten hat die Untersuchung dieser Fragen auf dem Gebiete der organischen Chemie, wo es nur selten gelingt, die Verbindungen direct aus ihren Bestandtheilen zusammen zu setzen, und wo verschiedene Bildungsweisen der Körper und die noch viel mannigfacheren Zersetzungen die verschiedensten Deutungen zulassen."

„Den ersten Grund zu einer rationellen Behandlung dieser schwierigen Untersuchungen hat Berzelius durch seine in modificirter Form noch heute gültige Radicaltheorie und durch strenges Festhalten an dem von ihm zuerst aufgestellten Grundsatz gelegt, welchem auch die Radicaltheorie ihre Entstehung verdankt, nämlich dass die Erfahrungen, welche über die Verbindungsweise der Grundstoffe in der unorganischen Natur gemacht sind und weiter gesammelt werden, der allein zuverlässige Leitfaden sind zur Beurtheilung der Verbindungsweise der Elemente in den organischen Stoffen."

„Auf dieser Basis haben sich die theoretisch-chemischen Ansichten rasch zu immer grösserer Vollkommenheit entwickelt. Wo man dieselbe verlassen hat, ist man jedesmal auf Irrwege gekommen, von denen stets und mit Erfolg wieder in die von Berzelius vorgezeichnete Bahn eingelenkt ist. Selbstverständlich erstrecken sich dieselben Meinungsverschiedenheiten, welche über die rationelle Zusammensetzung der

[1]) Lehrbuch der Chemie, 5. Aufl., 4, 32.

unorganischen Verbindungen, z. B. über die obige Frage obwalten, ob die Hydrate Wasser enthalten oder nicht, auch auf die organischen Verbindungen, doch sind dieselben ohne wesentlichen Einfluss auf die weitere Frage nach der Natur der zusammengesetzten organischen Radikale. Denn mag man den Alkohol als Aethyloxydhydrat oder als Wasser betrachten, worin ein Atom Wasserstoff durch ein Atom Aethyl ersetzt ist, darin kommen beide Vorstellungen überein, dass Aethyl im Alkohol enthalten ist. Was aber Aethyl ist und welche seine näheren Bestandtheile sind, bleibt weiter zu erforschen."

„So weit auch unsere Vorstellungen über die rationelle Constitution der verschiedenen Classen der chemischen Verbindungen und über die Natur der organischen Radikale gegenwärtig von denjenigen abweichen, welche noch vor zwanzig, ja vor zehn Jahren Geltung hatten, so hat doch nach wie vor die Radikaltheorie allgemeine Geltung behalten. In welcher Weise sie allmählich weiter ausgebildet ist, lässt sich an keinem Beispiele besser verfolgen, als an der Essigsäure."

„Diese Säure galt zuerst als das Trioxydhydrat des Acetylradikals, C_4H_3, von welchem man anfangs annahm, dass darin alle vier Kohlenstoffatome und anderseits die drei Wasserstoffatome gleichwerthig seien. Später erkannte man, dass Methyl einen Bestandtheil dieses Radikals ausmacht, und dass demnach zwei Atome Kohlenstoff eine andere Rolle spielen und andere Functionen haben, als die beiden im Methyl vorhandenen Kohlenstoffatome. Bald darauf lieferte Gerhardt durch die Entdeckung neuer Ammoniake mit sauerstoffhaltigen Säureradikalen den Beweis, dass auch die drei Sauerstoffatome der Essigsäure nicht gleichwerthig sind, dass vielmehr zwei derselben mit dem Acetyl, $(C_2H_3)C_2$, ein sauerstoffhaltiges Radikal: $(C_2H_3)C_2O_2$ bilden, und dass dieses als näherer Bestandtheil in der Essigsäure fungirt. Demgemäss galt die Essigsäure als das Monooxydhydrat eines aus 2 At. Kohlenstoff, 2 At. Sauerstoff und 1 At. Methyl bestehenden Acetylradikals, welche Vorstellung indess bald noch eine weitere wesentliche Modification erfahren hat."

„Die in Folge von Frankland's Entdeckungen zuerst gewonnene Erkenntniss, dass Alkoholradikale an Stelle des Sauerstoffs, Chlors etc. in unorganische Verbindungen eintreten können, und dass z. B. die Kakodylsäure, welche man früher mit der arsenigen Säure verglich, auf die Zusammensetzung der Arsensäure bezogen werden muss, sofern zwei der fünf Sauerstoffatome der letzteren durch zwei Atome Methyl substituirt sind, hat zu der Vorstellung geführt, dass auch in der Kohlensäure ähnliche Substitutionen möglich seien, welche Idee durch Wanklyn's Entdeckung der directen Erzeugung von Essigsäure und Propionsäure aus Kohlensäure die vollste Bestätigung erhielt."

„Damit ist über die Constitution der Essigsäure wieder ein ganz neues Licht verbreitet, ohne dass dadurch die Richtigkeit der bisherigen Betrachtungsweise im Geringsten beeinträchtigt wird."

„Man sieht nun, welche Functionen die 2 Atome Kohlenstoff, die 2 Atome Sauerstoff und das Methylatom in der Essigsäure haben. Die ersten beiden: C_2O_2 bilden das Radikal, welches die Essigsäure und Kohlensäure gemein haben, und das Methyl der Essigsäure nimmt die Stelle eines der beiden extraradikalen Sauerstoffatome der Kohlensäure ein, ohne übrigens durchaus dessen Functionen zu übernehmen, wie schon die verschiedene Basicität beider Säuren ausweist, welche überall von der Anzahl der extraradikalen Sauerstoffatome abhängt."

„Durch Erwägungen ähnlicher Art ist man weiter zu der Erkenntniss gelangt, dass auch im Aethyl und den kohlenstoffreicheren Alkoholradikalen nicht alle Kohlenstoffatome gleichwerthig sind, sondern dass ihre Verbindungen in ähnlicher Weise, wie die fetten Säuren, von der Kohlensäure deriviren, nämlich zwei weitere Sauerstoffatome der letzteren durch je zwei Wasserstoffatome vertreten enthalten."

„Die Bedeutung dieser Forschungen, welche die eigentliche Philosophie der Chemie bilden, wird gegenwärtig noch vielfach verkannt, und die Frage nach den näheren Bestandtheilen und deren Functionen in den chemischen Verbindungen mit dem Suchen nach der Erkenntniss der räumlichen Lagerung der Atome verwechselt. Die chemische Wissenschaft wird jetzt nicht mehr erheblich gefördert, wenn man sich darauf beschränkt, die chemischen Verbindungen rein schematisch in die drei Rubriken: Wasserstoff, Wasser nnd Ammoniak einzureihen, und sich damit begnügt, die Erkenntniss gewonnen zu haben, dass zusammengesetzte Radikale die Stelle der einzelnen Wasserstoffatome in jenen drei Typen einnehmen; die Chemie hat die höhere Aufgabe, zu erforschen, welche die näheren Bestandtheile dieser Radikale sind. Diese Frage lässt aber, wie schon Kopp[1]) bemerkt, jene Typentheorie offen."

„Um zur Erkenntniss der näheren Bestandtheile der organischen Verbindungen zu gelangen, sind vor Allem immer möglichst vielfältige Erfahrungen theils über ihre Bildungsweisen, theils über ihre Zersetzungen zu sammeln, und nachdem man sich hieraus eine bestimmte Ansicht gebildet hat, ist mit Umsicht zu prüfen, ob diese Vorstellung in allen Consequenzen sich bewährt, und ob sie auch auf verwandte ähnliche Fälle anwendbar ist. Für die Richtigkeit der Annahme, dass Methyl ein constituirender Bestandtheil der Essigsäure sei, hatte die Bildung der letzteren aus Cyanmethyl und selbst die Abscheidung des Methyls bei der Elektrolyse des essigsauren Kalis allein nicht ausreichende Beweiskraft; es galt zu prüfen, ob die hieraus als nothwendige Consequenz sich weiter ableitende Hypothese hinreichenden Halt habe, dass auch die übrigen fetten und die analogen aromatischen Säuren

---

[1]) Lehrbuch der physikalischen und theoretischen Chemie, im ersten Band von Graham-Otto's Lehrbuch der Chemie, S. 853.



dem Methyl ähnliche Radikale besitzen, und ob das gesammte chemische Verhalten der Essigsäure wie ihre verschiedenen Bildungsweisen damit gut in Einklang zu bringen seien. Die Untersuchung dieser Frage führte zu der weiteren Hypothese, dass auch Aldehyd, das Aceton, Grubengas, Kakodyloxyd etc., ja selbst der Alkohol und das ölbildende Gas Methyl enthalten."

„Hätten sich diese Schlussfolgerungen als irrig erwiesen, so würde damit auch die Annahme der Präexistenz des Methyls in der Essigsäure eben so sehr an Wahrscheinlichkeit verloren haben, wie sie gerade dadurch die Hauptstütze erhalten hat, dass jene Consequenzen der Reihe nach volle Bestätigung fanden."

„Welche Rolle die einzelnen Bestandtheile der organischen chemischen Verbindungen in denselben spielen, und welchen relativen Werth sie einander gegenüber haben, lässt sich übrigens nicht immer bloss aus dem chemischen Verhalten und ihren Bildungsweisen erkennen; es bedarf dazu ausserdem noch der sorgfältigen Vergleichung mit den einfacher constituirten unorganischen Verbindungen, als deren Abkömmlinge sie aufzufassen sind. Dass, um dies durch ein Beispiel zu erläutern, die beiden Chloratome in dem Chlorid der Chlorpropionsäure, $C_6H_4O_2Cl_2$, nicht gleichwerthig sind, giebt allein schon das Verhalten gegen Wasser kund. Aus seinem übrigen Verhalten, und namentlich aus seiner Beziehung zur Propionsäure, geht weiter unzweideutig hervor, dass das eine Chloratom im Radikal steckt, wie die rationelle Formel $C_4 \left\{ \begin{matrix} H_4 \\ Cl \end{matrix} \right\} (C_2O_2)\,Cl$ ausdrücken mag. In welcher Beziehung aber das gechlorte Aethyl zu den übrigen Bestandtheilen jener Verbindung steht, und welche Rolle dasselbe darin spielt, lernt man allein durch den Vergleich mit der Zusammensetzungsweise der unorganischen Verbindungen (der Kohlensäure oder dem Chlorid der Kohlensäure), mit denen dasselbe analoge Zusammensetzung hat, und wovon es in letzter Linie abstammt."

„Wie man schon früher bei den organischen Basen erst durch die Vergleichung mit dem Ammoniak, wo die Verhältnisse wegen der Gleichwerthigkeit seiner drei Wasserstoffatome einfach sind, zu einer richtigen Anschauung ihrer Zusammensetzung gelangte, so ist nachher in gleicher Weise der constitutionelle Zusammenhang der Alkohole, Aldehyde, Acetone, der zugehörenden Säuren etc. nebst ihren mannigfachen Abkömmlingen dadurch klar geworden, dass man angefangen hat, sie als mittelbare und unmittelbare Abkömmlinge der Kohlensäure aufzufassen. Ein Gleiches gilt von den Derivaten des Kohlenoxyds, der Schwefelsäure, schwefligen Säure, den organischen Arsen- und Antimonverbindungen u. a. m., deren chemische Constitution auch nur durch stricte Vergleichung mit deren unorganischen Prototypen in allen Details zu entziffern sein wird."

Meine in vorstehendem Aufsatze ausgesprochenen Ansichten über die Aufgaben der Chemie und über die Behandlung der Frage nach der rationellen Constitution der chemischen Verbindungen, haben sich bis heute in keinem wesentlichen Punkte geändert. Die einzige kleine Aenderung, die ich darin vorzunehmen haben würde, wenn ich den Aufsatz jetzt neu zu schreiben hätte, wäre die, welche durch die neuen Atomgewichte des Sauerstoffs und Kohlenstoffs nothwendig geworden ist. — Eben jene Grundsätze haben mich mehr als zwanzig Jahre immer gut geleitet und wiederholt vor Abwegen bewahrt, so neuerdings auch vor den Moden der modernen Chemie.

Leipzig, den 27. September 1871.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.


THE ASTOR LIBRARY
NY

